

科學圖書大庫

高壓電工技術叢書(中)

譯者 羅國杰

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

高壓電工技術叢書(中)

譯者 羅國杰



徐氏基金會出版

我們的工作目標

文明的進步，因素很多，而科學居其首。科學知識與技術的傳播，是提高工業生產、改善生活環境的主動力。在整個社會長期發展上，乃對人類未來世代的投資。從事科學研究與科學教育者，自應各就專長，竭智盡力，發揮偉大功能，共使科學飛躍進展，同將人類的生活，帶進更幸福、更完善之境界。

近三十年來，科學急遽發展之收穫，已超越以往多年累積之成果。昔之認為若幻想者，今多已成爲事實。人類一再親履月球，是各種科學綜合建樹與科學家精誠合作的貢獻，誠令人無限興奮！時代日新又新，如何推動科學教育，有效造就科學人才，促進科學研究與發展，尤爲社會、國家的基本使命。培養人才，起自中學階段，此時學生對基礎科學，如物理、數學、生物、化學，已有接觸。及至大專院校專科教育開始後，則有賴於師資與圖書的指導啓發，始能爲蔚爲大器。而從事科學研究與科學教育的學者，志在貢獻研究成果與啓導後學，旨趣崇高，彌足欽佩！

本基金會係由徐銘信氏捐資創辦；旨在協助國家發展科學知識與技術，促進民生樂利，民國四十五年四月成立於美國紐約。初由旅美學人胡適博士、程其保博士等，甄選國內大學理工科優秀畢業生出國深造，前後達四十人，惜學成返國服務者十不得一。另曾贈送國內數所大學儀器設備，輔助教學，尚有微效；然客情度理，仍嫌未能普及，遂再邀請國內外權威學者，設置科學圖書編譯委員會，主持「科學圖書大庫」編譯事宜。以主任委員徐銘信氏爲監修人，編譯委員王洪鏗氏爲編輯人，各編譯委員擔任分組審查及校閱工作。「科學圖書大庫」首期擬定二千種，凡四億言。門分類別，細大不捐；分爲叢書，合則大庫。爲欲達成此一目標，除編譯委員外，本會另聘從事

翻譯之學者五百餘位，於英、德、法、日文出版物中精選最近出版之基本或實用科技名著，譯成中文，供給各級學校在校學生及社會大眾閱讀，內容嚴求深入淺出，圖文並茂。幸賴各學科之專家學者，於公私兩忙中，慨然撥冗贊助，譯著圖書，感人至深。其旅居國外者，亦有感於為國人譯著，助益青年求知，遠勝於短期返國講學，遂不計稿酬多寡，費時又多，迢迢乎千萬里，書稿郵航交遞，其報國熱忱，思源固本，至足欽仰！

今科學圖書大庫已出版一千餘種，都二億八千餘萬言；尚在排印中者，約數百種，本會自當依照原訂目標，廣續進行，以達成科學報國之宏願。

本會出版之書籍，除質量並重外，並致力於時效之爭取，舉凡國外科學名著，初版發行半年之內，本會即擬參酌國內需要，選擇一部份譯成中文本發行，惟欲實現此目標，端賴各方面之大力贊助，始克有濟。

茲特掬誠呼籲：

自由中國大專院校之教授，研究機構之專家、學者，與從事工業建設之工程師；

旅居海外從事教育與研究之學人、留學生；

大專院校及研究機構退休之教授、專家、學者

主動地精選最新、最佳外文學科學名著，或個別參與譯校，或就多年研究成果，分科撰著成書，公之於世。本基金會自當運用基金，並藉優良出版系統，善任傳播科學種子之媒介。尚祈各界專家學人，共襄盛舉是禱！

徐氏基金會 敬啓

中華民國六十四年九月

IV

第一節	高低壓用導線·····	204	第九節	防爆器具·····	248
第二節	碍子與碍管·····	218	第十節	配電線路支架與裝桿 用具·····	249
第三節	包帶類·····	221	第十一節	絕緣油·····	253
第四節	電線管類·····	223	第十二節	工 具·····	254
第五節	分段開關·····	229			
第六節	電力熔線類·····	230			
第七節	配電線路用器具·····	231	習題之解說與答 ·····		260
第八節	分電盤、配電盤·····	239			

第三篇 發變電設備的概要

第一章 發電設備

第一節 發電概說

發電設備除應負載需要改變發電量外，同時兼司電力系統周波數的調整，維持正常電壓。

用戶若有大的電力系統，一如電力公司，可將某一天的負載變動情形以負載及時間為縱及橫座標，圖示電力需要情形。此曲線稱為「日負載曲線」。此曲線對用戶而言為需要變化情形，對發電設備而言為負載變動情形；而如何地合理組合水力與火力（包括核能）發電量以供應需要（

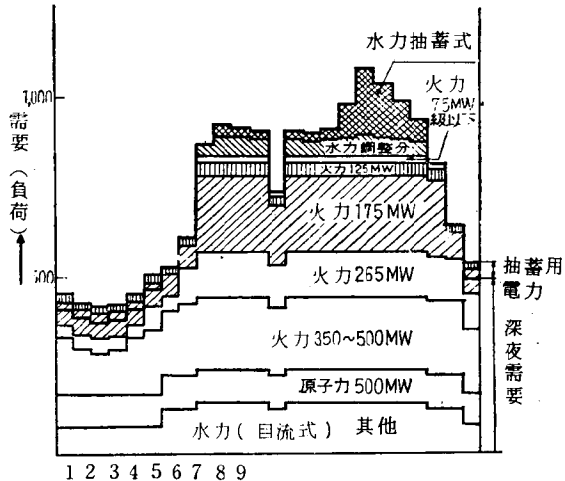


圖 1-1 日負荷曲線

如第 1-1 圖), 即是運轉經營上重要課題之一。一般來說, 川流式水力發電及高效率的火力發電用於基載; 對負載有應變性功能的調整池式發電所大多在日間重載時運轉; 至於儲水池式發電所及抽蓄式發電所在尖載時發電使用。火力發電所方面, 機組容量愈大發電效率愈高, 但負載低時却是運轉困難, 故用於基載; 擇其小容量的機組用於日間負載。如第 1-1 圖例。

私人擁有的發電系統通常規模較小, 發電設備的型式繁雜多樣。就以生產工廠來說, 為減低產品價格, 會利用製造過程中產生的廢氣或排出的液體為燃料, 如工廠不需要蒸汽時會採用復水式汽渦輪機; 如工廠需要很多蒸汽時, 則通常採用背壓式或渦輪機將產生的蒸汽用於生產。至於生產工廠、大廈、廣播、上下水路、電信電話、地下停車場等受電電源停電時, 緊急用的電源, 則通常採用內燃機發電。除這些火力發電設備之外, 在大工廠亦有施設水力設備者, 在離島或山中低窪地亦有 500 kW 未滿的小容量水力發電所等施設。

若將上述發電方式要用的原動機及「能」分類, 則如第 1-1 表。

表 1-1 發電種別、原動機與能的關係

發電種別	現用原動機	能的種別
水力發電	水車: 佩爾吞 (pelton), 佛蘭西氏 (Francis)、螺旋槳 (propeller)	機械能 (水的位能)
火力發電	汽力 蒸汽輪機 (復水式、抽氣式、背壓式)	熱能 (煤、重油、天然氣、黑液的化學能)
	內燃力 內燃機: 柴油、汽油、無泵、開放循環瓦斯輪機	熱能 (重油、輕油、天然氣的化學能)
	外燃力 閉路循環瓦斯輪機	熱能 (煤、重油、天然氣的化學能)
地熱發電	蒸汽輪機 (復水式、背壓式)	熱能 (地熱蒸汽的熱能)
風力發電	風車	機械能 (風的動力)
核能發電	汽輪機 (復水式、抽氣式)	熱能 (核能反應的能)

此外尚有利用滿潮與退潮的潮汐發電, 直接利用太陽輻射的太陽熱發電, 利用海水深淺不同所致的溫度差之海水發電, 利用海水波浪位置的動能之波力發電, 及將物質送於高溫分離原子與陽子的直接發電等, 也在發展實用之中。

【本節的整理】

- (1) 發電設備在電力系統中的功用, 不僅供應電力, 且做周波數調整及電壓調整的作用。
- (2) 電力需要的基載部份及尖載部份, 實依負載變動的應變性能, 由水力及火

- 力合理的組合，以達成經濟的運營的要求。
- (3) 自備發電設備與私有規模有關，與工廠生產密切關連者大多採用汽力發電所，緊急備力發電則大多採用內燃力發電機。
 - (4) 自備發電設備係為熱能的有效利用而設置。
 - (5) 電力公司的發電所亦為有效地利用熱能，顯然地，逐漸開發使用高壓、高溫蒸汽的大機組。
 - (6) 已被實用化的發電種別有水力、火力、地熱、風力、核能等。
 - (7) 發電設備的原動機，主要的有水車、蒸汽輪機、柴油機、瓦斯輪機等四種。

第二節 水力發電所

2-1 有效落差、使用水量與發電容量

由有效落差 H 〔m〕與使用水量 Q 〔 m^3/s 〕，可得理論的水力發電能力（容量） P 〔kW〕，如下式

$$P = 9.8 Q \cdot H \text{ [kW]} \cdots \cdots \cdots (2-1)$$

式中若假定水車與發電機的效率分別以 η_w ， η_g 表示，則可得實際的水力發電能力 P_p 〔kW〕；如下式

$$P_p = 9.8 Q H \eta_w \eta_g \text{ [kW]} \cdots \cdots \cdots (2-2)$$

η_w 與 η_g 之積，稱為綜合效率；此值雖依水車形式、容量、轉速、負載等而異，但通常水車、發電機皆容量愈大時效率愈高，大致 $\eta_w = 80 \sim 90\%$ ， $\eta_g = 90 \sim 97\%$ 之程度，故綜合效率 $\eta = 70 \sim 85\%$ 之譜。

2-2 有效落差

有效落差為發電出力的主要因素已如 2-2 式所示。有效落差者，通常指總落差（總水頭）減去損失落差（損失水頭）。至於總落差者為發電用水的取水口水位與水被使用後入注河川的放水口水位之間的落差；損失落差為由取水口至放水口間，以規定的流量放水時必要的落差值，換句話說為使水流過所引起的取水口、水柵、水門、導水管、水壓鐵管、活塞等摩擦所失去的差值，係與水壩方式、水路方式、發電方式及引水路的形狀與長度，使用水量，發電所負載，總落差等有關，但通常為總落差值之 5 ~ 15 % 程度。

2-3 雨量、流域與流量

欲知發電能力，重要的是要知流量多少。流量的重要性由2-2式可察知。爲得流量，首先應知年平均流量，

$$\text{年總流量} = \frac{\text{年雨量}}{1000} \times \text{流域面積} \times 1000^2 \times \text{流出係數} \text{ [m}^3 \text{]} \dots (2-3)$$

$$\text{年平均流量} = \text{年總流量} / (365 \times 24 \times 3600) \text{ [m}^3 \text{/s]} \dots (2-4)$$

式中年雨量 [mm] 爲雨霰雪，雪等，皆要換算爲水量。流域面積 [km²] 以各分水線所包圍的地域面積代表，至於流出係數係指河川流水量與降雨量之比。

年降雨量依地域與年份歲次而有差別，但如以累年平均值（日本爲例）來說，依順序由南海而南九州，而關東，而北海道遞減，約由2400mm減低至1100mm的程度，其最大及最小（按年份）之值，分別約爲累年平均值的130~170%及50~75%程度。主要河川（仍以日本爲例）的年平均流量爲每100km²約2~7m³/s，平地或耕地的流出係數大致40%以下，雨量豐富林土保養好的山岳部份的流出係數則大致70%以上。

2-4 河川的流況

年平均流量爲發電計劃的基本而重要的工作。但因爲同時要灌溉以增進農田水利及增進水的有效利用，故要決定發電方式或規模時，需要經過相當長時間的河川性狀調查，每年河川流況的變動情形之瞭解等尤其重要，因此採用下列各種流量或圖表。

(1)各種圖表

最大洪水量，最大洪水位：過去最大的流量及水位

洪水量，洪水位：每3~5年會發生的大流量及水位

高水量，高水位：每年1~2次的流量及水位

豐水量，豐水位：全年經過中，有95日（不必連續的）間，保有的流量及水位。

平水量，平水位：全年經過中有185日（不必連續的）間，保有的流量及水位

低水量，低水位：全年經過中有275日（不必連續的）間，保有的流量及水位。

渦水量，渦水位：全年經過中有355日（不必連續的）間，保有的流量及水位。

日本各地的上述各種流量與年平均流量的關係如第2-1表。

表 2-1 地方別平均流量與各種流量 (m³/s)

(日本每 100 km² 1938 ~ 1947 年 10 年平均值)

地 域 \ 項 目	年平均流量	平均渴水量	平均低水量	平均平水量	平均豐水量
	年平均流量	年平均流量	年平均流量	年平均流量	年平均流量
北 部 陸 地	3.75	0.64	1.04	1.52	2.88
九 州	5.93	0.42	0.55	0.75	1.18
北 海 道	4.55	0.36	0.46	0.71	1.10
關 東 地 方	4.70	0.33	0.47	0.67	1.16
東 北 地 方	3.99	0.27	0.46	0.67	1.08
東 部 海 岸 地 帶	6.51	0.27	0.41	0.71	1.09
中 國 地 方	4.70	0.25	0.44	0.61	0.97
近 畿 地 方	7.69	0.21	0.36	0.50	0.85
四 國 地 方	7.26	0.15	0.26	0.30	0.83
平 均	5.01	0.32	0.45	0.71	1.23

(2)水位流量圖 由河川上測水所觀測，橫座標為年的曆日數，縱座標為水位或流量而記錄者，經過一年的按日記錄，可得豐、渴水期水量、水位等，為直接按圖示全年逐日變化狀況者。

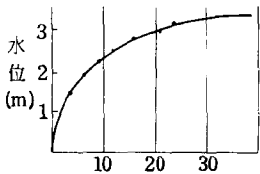


圖 2-1 流量曲線

(3)流量曲線圖 如第 2-1 圖，橫軸為流量，縱軸為水位而記錄者。因河川測水所難測定流量，故以檢視水位標代替，為辨別每日流量之用。

(4)流況曲線圖 如第 2-2 圖，橫軸為 1 年的總日數 365 日，縱軸為流量且由流量大小之順序排列後連成的曲線，可做為決定發電的最大使用水量或經常使用水量的資料。

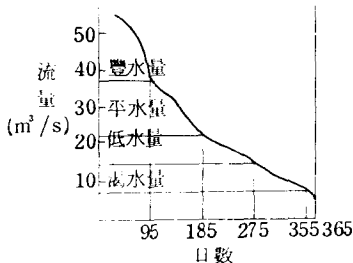


圖 2-2 流況曲線

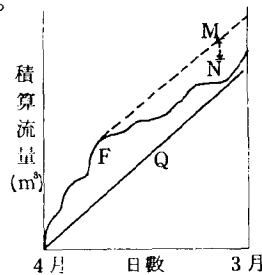


圖 2-3 流量積算曲線

(5) **流量積算曲線圖** 如第 2-3 圖橫軸為年的曆日數，將相當於各日數的流量以積算值 F 為準，記於縱軸，得 F 曲線。又綜合資料上數據，記錄計劃使用水量 Q 的積算值，並與曲線 F 互相關係繪出平行 Q 線的 M 線，則可得貯水池容量 $M-N$ 值，為決定儲水池容量的重要資料。

2-5 發電所輸出能力的種別

發電所的發電能力以 kW 數表示。輸出能力依下列種別而分類：

- (1) **最大出力** 該發電所能輸出的最大電力。此值雖皆以最大使用水量而言，但最大使用水量，却無一定的標準。一般以第 2-2 圖所示的豐水量或平水量為其最大使用水量，但與其他發電所沒有連繫的如農村小發電所，亦有對其低水量或渴水量而言最大使用水量之情事。
- (2) **常時出力** 該發電所一年中有 355 天以上皆能發出的電力，符合第 2-1 表渴水量為準之用水。
- (3) **特殊出力** 豐水時，不必按尖載與否，能不調整就可發出的出力，一般以最大出力與常時出力之差值，謂之。此種出力，僅見於自流式發電所，對於有蓄水設備的發電所因其珍惜水量，不輕易容許有這種運轉供應。
- (4) **常時尖峰出力** 一年中有 355 天以上僅限於每日一定時間發出尖峰出力。調整池式發電，即有這種運用情形。如第 2-4 圖輕載時間（A 部份）蓄水，至尖載時間（B 部份）放水發電。

此外渴水期間內能經常發出的電力超出常時出力時，該超出部份稱為補給出力；渴水期間內能經常於每日一定時間發出尖峰出力，所能超出常時尖峰出力的部份稱為補給尖峰出力。

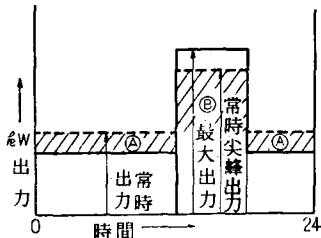


圖 2-4 A 時蓄水 B 時使用

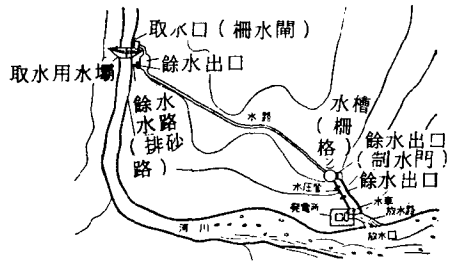
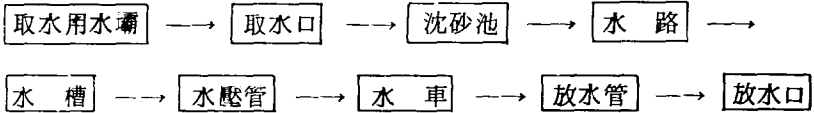


圖 2-5 水食式發電的概要

2-6 發電方式

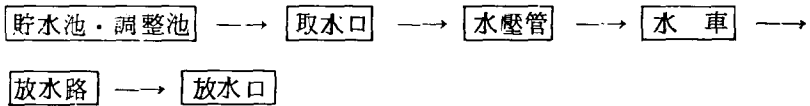
發電方式依其構造，分類如下：

(1)水路式 在不調整河川流量的自流式發電所運用。一般依下列順序而設：



又此式的概要，如以圖示，則如第 2 - 5 圖。

(2)水壩式 有二種。其一為調整 1 日或數日程度的流量者（調整池式），另一為貯水備季節變動用者（貯水池式）通常按下列順序施設。



(3)水壩水路式 上述(1)，(2)的組合式，為由池中取水，導入水路者。

(4)抽蓄式 又稱揚水式，為利用深夜等時間電力系統輕載時的剩餘電力，由下位的調整池以抽水機將水泵打到高位的調整池或貯水池去，以備白天重載的尖峰時使用。

此式包括自然流入上位貯水池，其不足的水量由下位的貯水池抽打補充的混合式抽蓄，與純由上位貯水池貯存自然流量的純揚水式等兩種。

發電方式有將抽蓄用電動機與泵及發電用的水車與發電機分別裝設者，及將抽水機與水車，電動機與發電機兼用者二類，但最近採用的祇後者一種。

抽蓄發電所的揚水用電發動機入力，可依下式表示

$$\text{揚水用電力 (kW)} = \frac{9.8 QH}{\eta_{PM}}$$

式中 H 為實際揚程， η_{PM} = 泵與電動機的綜合效率。

2-7 水力設備

水力設備概要已如第 2 - 5 圖示，其主要設備的機能如下：

(1)水壩 水壩的構造及材料，依水壩用途及地質地形而選定，故建有很多樣式的水壩。如依構造分類，則如下：

(a)重力壩 (Gravity Dam)

此種壩的特徵是藉壩的重量以抗水壓及其他外力。因設計原理簡易，強

度可靠，所以用得很多。

材料大多採用鋼筋水泥(第2-6圖(a-1))適用於高落差。

此外尚有填土(Earth Dam第2-6圖(a-2))及填石(Rockfilled Dam第2-6圖(a-3))二種。係如圖，於壩表面或壩體內，以粘土、水泥等不透水材料以築造遮屏用的壘壁者。

鋼筋水泥製的水壩頂面，可讓水溢流過去，但填土的水壩及填石的水壩，如須讓水溢流過去時，應另設專案設計的溢流口，或溢洪道(Spillway)。

(b)扶壁壩(Buttress Dam)

此種壩築造在岩盤上，使用鋼筋水泥類的材料，在岩盤上築造幾個扶壁，但必須先使上游的幕壁發生止水功用，藉以遮水貯水。因水壓由遮水壁傳達扶壁而後傳達基礎，所以基礎所受的壓力較小於重力壩，適合築造於支持力較差的岩盤上。

尚有如第2-6圖(b)按重力壩構造而內部空缺，稱為中空壩(Hollow Dam)者。

扶壁壩與中空壩所須的水泥量，皆僅 $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{3}$ 倍於重力壩所須的水泥量，不過因鋼筋型框等費用仍相當高，故不可率言經濟有利，其能肯定說出的優點是它們適宜用於需要築造於支持力較差的地盤時。

(c)弓形壩(Arch Dam)

水平斷面呈第2-6圖(c)樣弓形者，利用拱橋的原理將壩的主體配設於山谷的兩岸上支持重力者。

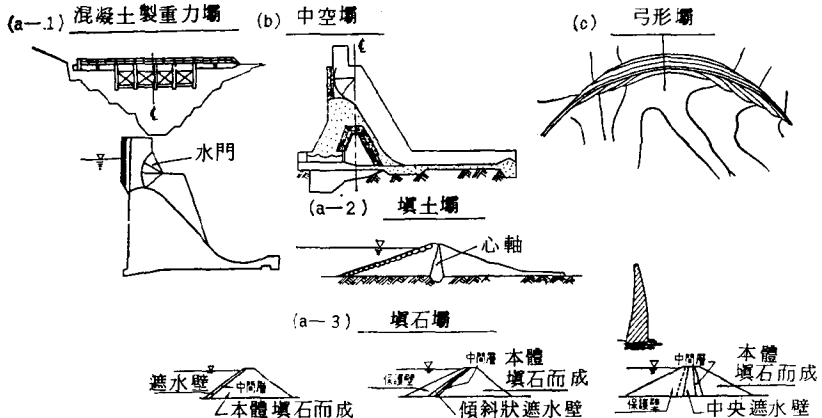


圖 2-6 壩的種類

(d)其他(可動壩)

可動壩者指取水與制水用的閘門及旁越流口，閘門有一遇流量超越限度則倒的缺遮板閘，扇形的帳蓬門，鼓形狀的滾動閘，及挨戶而設的上下向轆轤閘等。

(2)取水口與沉砂池 水路式的取水口緊接取水壩而設，如第 2-5 圖示。取水壩的壩高稍高於排砂門的高度。由防砂柵以防砂粒、流木等流進水路。取水口設置水閘，由該水閘的拉水、推下而調整取水量。水壩式的取水口亦有同於水路式者，但可資利用的水，離壩高太多者，則需要加裝取水塔，將水揚高，或將取水口改低（埋深於壩體深處），以取水管路引到取水口。

為防止砂粒傷害水車，或沉積於水路，沉砂池應緊隣取水口的防砂柵而設，使通過防砂柵格的細砂充份地沉積於砂池內，並予排除。欲得沉砂效果良好，則應讓水的流速減低至 $10 \sim 20 \text{ cm/s}$ 以下，並不要有亂流發生，使流水的上層砂土有充份的時間沉下至池底為度。沉積於池底的砂土，則由排砂門隨時排除。

(3)水路 由取水口至水槽，導水的設備通常稱為水路。水路有開渠（渠上無蓋）蓋渠（渠上有蓋）無壓隧道，壓力隧道、水汽管（Fume Pipe）等，隧道經凹地或橫跨山谷間時，常採用水路橋或反吸虹管作用，水路應儘量減少損失落差，以防漏水，同時亦需防範砂土，落葉掉入，應防垂弛或地層滑動的影響。

水路斷面與分配及流速是影響工資或損失落差的因素，通常無壓隧道，開渠等的流速為 $2 \sim 3 \text{ m/s}$ ，壓力隧道、管路等流速為 $3 \sim 5 \text{ m/s}$ 程度，前者分配 $1/1000 \sim 1/1500$ 程度，後者分配 $1/500 \sim 1/1000$ 程度。

(4)水槽 水槽設置於水路終端與水壓管之間，水槽的任務是發電所的負載突然間減少時，將由水路來的水，藉餘水排出口放掉，如發電所的負載急劇上升時，即予槽內的水導用於發電，故水槽通常貯有維持最大使用水量 $1 \sim 2$ 分鐘的水量。

又接連於壓力隧道的水槽為調壓水槽（Surge Tank）兼能防護負載突變時水壓管內所生水擊作用的壓力使不致波及水路的功能。

此外，水槽亦兼有沉砂池（對取水口而言為二次的沉砂）作用，亦設有防砂柵、排砂門、餘水吐出門、溢水道等。

(5)水壓管 由水槽將相當於該壓力的流水引至水車的導管，稱為水壓管，通常由軟鋼做成，小容量者則有時採用鋼筋水泥管，管內的流速約 $3 \sim 5 \text{ m/s}$ 程度，管路每 $50 \sim 100 \text{ m}$ 距離加固定台固定於斜面上，而每 $5 \sim 10 \text{ m}$ 程度

的距離則加支台以支撐管重。固定台下端附近預留膨脹接頭，以備管的伸縮，有制水門的水槽，則於近處選用空氣管，以防管內真空時潰破，下端的主閥前則設有去水的排水閥，此外為點檢修理，要設置入孔(Man hole)備用。

(6)制水門及主閥 為點檢修理水路或水壓管內部，需要控制流水，因此在取水口及水槽裝設控制流水的閘門此即制水門，由水壓管終端到水車進口通常設置主閥，俾便水車停機時關閉，但50m以下的低落差者亦有以水槽的閘門兼司主閥的任務者。

關於主閥的種類很多，其200m以下低中落差用得很廣泛的為蝴蝶形閥(Butterfly Valve)，用於高落差用的為阻止閥，針閥(Needle Valve)旋轉閥(Rotary Valve)等。

(7)放水路 由水車或吸出管流出的水引導流入河川或其他水路的稱為放出路，其進入河川的河口，稱為放水口，此類水路採用開渠隧道等，但為不使流砂堆積於出口附近，就在水路中段開始抑低水流速度。

2-8 水車

(1)水車的種類 第2-7圖示佩爾吞水車，第2-8圖示佛蘭西氏水車，第2-9圖示螺旋槳水車，它們的特性如第2-2表，此外最近出現性能介於佛蘭西氏水車與開普朗水車之間的斜流水車，未列於第2-2表，請注意及之。

(2)轉速與比速 水車的轉速要配合發電機，轉速愈高，水車發電機的製造成本皆愈低。水車的種類由比速決定，比速者與水車出力 P 〔kW〕及發電機轉速 N 〔rpm〕有效落差 H 〔m〕有關，得以下式表示：

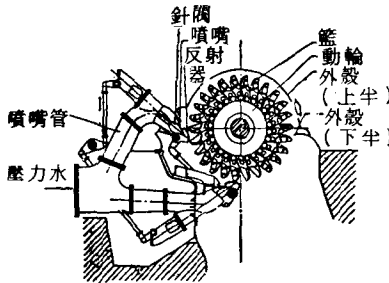


圖 2-7 佩爾吞水車

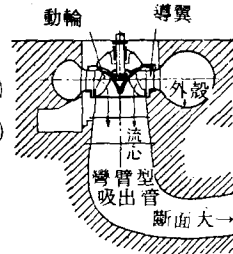


圖 2-8 佛蘭西氏水車

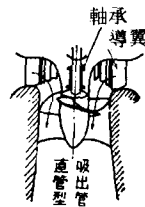


圖 2-9 螺旋槳水車

表 2-2 水車的一般特性

無拘束速度%	水車的種類	適用	水的位置 能量的變換作用	出力調整	制壓裝置(水壓上昇抑制)	比速 N_s (kW-m)
170 1 180	佩爾吞(Pelton) 水車	高落差而水量少的場合 使用之	由噴嘴噴流衝動水桶的速度 動能所呈的機械力(能)	由針閥之前後 移動調整出力	急劇的切斷負載時藉反射器(reflector) 遮水以防上速度上昇	10 }
170 200	佛蘭西氏(Francis) 水車	中落差而水量普通的場合 使用之	由動輪的轉動,徐徐的將位能改變為動能的反動水車	由閉開導翼調整出力	急劇的切斷負載時藉放壓閥(release制壓機)防止水壓上昇	50 }
180 220	螺旋槳(propeller) 水車(開普朗Keplan水車)	低落差而水量多的場合 使用之	由動輪的轉動徐徐的將位能改變為動能的反動水車	由閉開導翼(guide vane)調整出力,但開普朗水車得同時改變動輪的角度	急劇的切斷負載時藉放壓閥防止水壓上昇	250 }

$$N_s = \frac{NP}{H^{5/4}} \{ \text{kW-m} \} \dots (2-5)$$

水車的水力得由(2-2)式求得,若知落差,並決定轉速,則由(2-5)式可得求比速 N_s 。比速與水車種類的關係,已列於第2-2表為防止水車空洞現象的浸蝕,水車的比速有所限制,最好佛蘭西氏水車的比速採用 $N_s = \frac{13000}{H+50}$,開普朗水車的水速採用 $N_s = \frac{20,000}{H+20}$ 。

(3)水車的效率 各種水車的負載與效

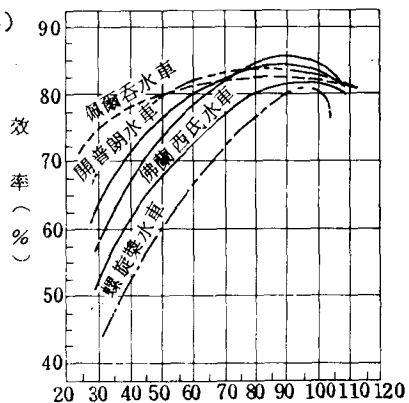


圖 2-10 1000 kW 之各種水車之效率